

# La Place, Weimar, Schiller and the Birth of Black Hole Theory

H. Stephani

Theoretisch-Physikalisches Institut der Universität Jena  
ste@tpi.uni-jena.de

17.4.03

## **Abstract**

From the original papers an interesting and surprising connection is established between La Place and his early discovery that black holes may occur in nature, and a poem by Schiller.

Allgemeine  
Geographische  
Ephemeriden.

Verfasset  
von  
einer Gesellschaft Gelehrten  
und herausgegeben  
von  
F. von Zach

H.S.G. Obristwachtmeister und Director der herzoglichen  
Sternwarte Seeberg bey Gotha.

Vierter Band.

---

Weimar  
Im Verlage des Industrie-Comptoirs  
1799.

I.  
ABHANDLUNGEN.

1.  
Beweis

des Satzes, daß die anziehende Kraft bey einem  
Weltkörper so groß seyn könne, daß das Licht  
davon nicht ausströmen kann.<sup>1)</sup>

Von  
Peter Simon La Place

1) Wenn  $v$  die Geschwindigkeit,  $t$  die Zeit und  
 $s$  der während dieser Zeit gleichförmig durchlaufe-

---

<sup>1</sup>Diesen Satz, daß ein leuchtender Körper des  
Weltalls von gleicher Dichtigkeit mit der Erde, dessen  
Durchmesser 250 mahl größer wäre, als der der Sonne,  
vermöge seiner anziehenden Kraft keinen von seinen  
Lichtstrahlen bis zu uns schicken könne, daß folglich  
gerade die größten Körper unseres Weltgebäudes uns  
unsichtbar bleiben können, hat La Place in seiner *Ex-  
position du Systeme du Monde* Part. II P. 305 ohne  
Beweis aufgestellt; hier ist er. Vgl. A. E. G. May 1798  
S. 603 v. Z.

General  
Geographical  
Ephemeris.

Composed  
by  
a Society of Learned  
and brought out  
by  
F. von Zach

H.S.G. Major and Director of the Ducal  
Observatory Seeberg near Gotha.

Fourth Volume.

---

Weimar  
Published by the Industrie-Comptoirs  
1799.

I.  
PAPERS.

1.  
Proof

of the theorem that the attractive power of a  
heavenly body can be so large that light cannot  
leak out from it.<sup>2)</sup>

By  
Peter Simon La Place

1) If  $v$  is the velocity,  $t$  the time and  $s$  the  
interval uniformly passed during that time, then

---

<sup>2</sup>This theorem, that a luminous body in space, of  
equal density with the Earth, whose diameter was 250  
times that of the Sun, by virtue of its attractive power  
is not able to send any of its beams of light as far as to  
us, and that consequently just the largest bodies of our  
universe may be imperceptible, has been advanced by  
La Place in his *Exposition du Systeme du Monde* Part.  
II P. 305 without proof; here it is. Cp. A. E. G. May  
1798 S. 603 v. Z.

nen Raum ist, so ist bekanntlich  $v = s/t$ .

**2)** Ist die Bewegung nicht gleichförmig, so muß man, um den Werth von  $v$  in jedem Augenblick zu haben, den in diesem Zeittheilchen  $dt$  durchlaufenen Raum  $ds$  ineinander dividiren, nämlich  $v = ds/dt$ ; weil die Geschwindigkeit in einem unendlich kleinen Zeittheilchen unveränderlich und also die Bewegung gleichförmig angenommen werden kann.

**3)** Eine immerfort wirkende Kraft wird die Geschwindigkeit zu ändern streben. Diese Änderung der Geschwindigkeit, nämlich  $dv$ , ist das natürliche Maß der Kraft. Da aber jede Kraft in doppelter Zeit doppelte Wirkung hervorbringt, so muß man noch die Änderung der Geschwindigkeit durch die Zeit  $dt$ , in welcher sie von der Kraft  $P$  hervorgebracht wurde, dividiren, und man wird dadurch einen allgemeinen Ausdruck für die Kraft  $P$  erhalten, nämlich  $P = dv/dt = d.(ds/dt)/dt$ . Nun ist, wenn  $dt$  beständig ist,  $d.(ds/dt) = (d.ds)/dt$ , folglich  $P = dds/dt^2$ .

**4)** Es sey die Attractions-Kraft eines Körpers  $= M$ ; ein zweyter Körper z.B. ein Lichttheilchen befindet sich in der Entfernung  $r$ ; die Wirkung der Kraft  $M$  diese Lichttheilchens wird  $-M/r^2$  seyn; das Zeichen  $-$  deswegen, weil die Wirkung von  $M$  der Bewegung des Lichtes entgegengesetzt ist.

**5)** Nun ist nach **(3)** diese Kraft auch  $= ddr/dt^2$ , folglich  $-M/r^2 = ddr/dt^2 = -Mr^{-2}$ , man multiplicire mit  $dr$ ;  $dr ddr/dt^2 = -Mdr r^{-2}$ , integriert,  $\frac{1}{2}dtr^2/dt^2 = c + Mr^{-1}$ , wo  $c$  eine beständige Größe ist, oder  $(dr/dt)^2 = 2c + 2Mr^{-1}$ . Nun ist nach **(2)**  $dr/dt =$  der Geschwindigkeit  $v$  folglich  $v^2 = 2c + 2Mr^{-1}$  wo  $v$  die Geschwindigkeit des Lichttheilchens in der Entfernung  $r$  ist.

**6)** Um nun die Constante  $c$  zu bestimmen, sey  $R$  der Halbmesser des anziehenden Körpers,  $a$  die Geschwindigkeit des Lichts in der Entfernung  $R$  folglich an der Oberfläche des anziehenden Kör-

everybody knows that  $v = s/t$ .

**2)** If the motion is not uniform, then, to get the value of  $v$  at any instant, one has to divide the interval  $ds$  passed in the time-particle  $dt$  into each other, that is  $v = ds/dt$ ; since the velocity does not change in an infinitely small time-particle and so the motion may be assumed to be uniform.

**3)** A continually acting force will tend to alter the velocity. This change in the velocity, namely  $dv$ , is the natural measure of the force. Since in a twofold time any force will produce a twofold effect, one has still to divide the change of velocity by the time  $dt$ , in which this change was brought forth by the force  $P$ , and by this one will obtain a general expression for the force, namely  $P = dv/dt = d.(ds/dt)/dt$ . Then, if  $dt$  is constant,  $d.(ds/dt) = (d.ds)/dt$ , that is  $P = dds/dt^2$ .

**4)** Let  $M$  be the attractive force of a body; a second body, e.g. a light-particle, is at a distance  $R$ ; the action of the force  $M$  ((on)) this light-particle will be  $-M/r^2$ ; the sign  $-$  since the action of  $M$  is opposite to the motion of the light.

**5)** Now because of **(3)** this force also is  $= ddr/dt^2$ , consequently  $-M/r^2 = ddr/dt^2 = -Mr^{-2}$ , on multiplication with  $dr$ ;  $dr ddr/dt^2 = -Mdr r^{-2}$ , and on integration,  $\frac{1}{2}dtr^2/dt^2 = c + Mr^{-1}$ , where  $c$  is a constant, or  $(dr/dt)^2 = 2c + 2Mr^{-1}$ . Now because of **(2)**,  $dr/dt =$  the velocity  $v$  consequently  $v^2 = 2c + 2Mr^{-1}$  where  $v$  is the velocity of the light-particle at the distance  $r$ .

**6)** To determine now the constant  $c$ , let  $R$  be the radius of the attracting body,  $a$  the velocity of light at the distance  $R$ , hence at the surface of the attracting body, then from **(5)** one obtains  $a^2 =$

pers, so erhält man aus (5)  $a^2 = 2c + 2M/R$  folglich  $2c = a^2 - 2M/R$  dieß in die vorige Gleichung gesetzt, gibt  $v^2 = a^2 - 2M/R + 2M/r$ .

7) Eines andern anziehenden Körpers Halbmesser sey  $R'$ , seine Attractionskraft sey  $iM$ , die Geschwindigkeit des Lichts in der Entfernung  $r$  sey  $v'$  so ist vermöge der Gleichung in (6)

$$v'^2 = a^2 - \frac{2iM}{R'} + \frac{2iM}{r}$$

8) Setzt man  $r$  unendlich groß, so verschwindet das letzte Glied der vorhergehenden Gleichung und man erhält

$$v'^2 = a^2 - \frac{2iM}{R'}.$$

Die Entfernung der Fixsterne ist so groß, daß man zu dieser Annahme berechtigt ist.

9) Die anziehende Kraft des zweyten Körpers sey so groß, daß das Licht nicht auströmen kann; dies läßt sich analytisch am bequemsten so ausdrücken: die Geschwindigkeit des Lichts  $v'$  ist gleich Null. Diesen Werth von  $v'$  in der Gleichung für  $v'$  (8) gesetzt, wird eine Gleichung geben, aus der sich die Masse  $iM$  wird herleiten lassen, bey welcher dieser Umstand Statt findet. Man hat also  $0 = a^2 - 2iM/R'$  oder  $a^2 = 2iM/R'$ .

10) Um  $a$  zu bestimmen, sey der erste anziehende Körper die Sonne, so wird  $a$  die Geschwindigkeit des Sonnenlichts an der Oberfläche der Sonne seyn. Die anziehende Kraft der Sonne ist aber in Vergleichung mit der Geschwindigkeit des Lichts so klein, daß man diese Geschwindigkeit als gleichförmig annehmen kann. Aus dem Phänomen der Aberration erhellet, daß die Erde  $20''\frac{1}{4}$  in ihrer Bahn durchläuft, während das Licht von der Sonne bis zur Erde kömmt, folglich: es sey  $V$  die mittlere Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn, so wird man haben

$2c + 2M/R$  therefore  $2c = a^2 - 2M/R$  this, substituted into the forgoing equation, gives  $v^2 = a^2 - 2M/R + 2M/r$ .

7) Let  $R'$  be the radius of another attractive body,  $iM$  its attractive force, and  $v'$  the velocity of light at the distance  $r$ , then by virtue of the equation in (6)

$$v'^2 = a^2 - \frac{2iM}{R'} + \frac{2iM}{r}$$

8) If one takes  $r$  infinitely large, then the last term of the forgoing equation vanishes, and one obtains

$$v'^2 = a^2 - \frac{2iM}{R'}.$$

The distance to the fixed stars is so large that this assumption is justified.

9) Assume now that the attractive power of the second body is so large that light cannot emanate; analytically this can best be expressed as: the velocity  $v'$  of the light equals zero. Substituting this value for  $v'$  into the equation 8) for  $v'$  (8), will give an equation from which the mass  $iM$  can be derived for which this circumstance will take place. Hence one has  $0 = a^2 - 2iM/R'$  or  $a^2 = 2iM/R'$ .

10) To determine  $a$ , let the first attractive body be the sun, then  $a$  will be the velocity of the light of the sun at the surface of the sun. Compared to the velocity of the light, this attractive force will be so small that this velocity can be assumed to be constant. The phenomenon of aberration makes clear that the earth travels  $20''\frac{1}{4}$  on its orbit while the light passes from the sun to the earth, therefore: if  $V$  is the mean velocity of the earth on its orbit, one has

$$a : V = \text{radius}^3 : 20'' \frac{1}{4} = 1 : \text{tang } 20'' \frac{1}{4}$$

**11)** Meiner Annahme in *Expos. du Syst. du Monde* Part II P. 205 gemäß, ist  $R' = 250R$ . Nun verhalten sich Massen, wie die Volumina der anziehenden Körper mit den Dichtigkeiten multiplicirt; die Volumina wie die Würfel der Halbmesser, folglich die Massen, wie die Würfel der Halbmesser mit den Dichtigkeiten multiplicirt. Es sey die Dichte der Sonne = 1, die des zweyten Körpers =  $\rho$  so ist  $M : 1 M = 1 R^3 : \rho R'^3 = i R^3 : \rho 250 R^3$  oder  $i = 250^3 \rho$ .

**12)** Man substituire die Werthe von  $i$  und  $R'$  in die Gleichung  $a^2 = 2iM/R'$ , so erhält man  $a^2 = 2 (250)^3 \rho M / 250 R = 2 (250)^2 \rho M / R$  oder  $\rho = a^2 R / 2 (250)^2 M$

**13)** Um  $\rho$  zu haben, darf man nur noch  $M$  bestimmen. Die Kraft der Sonne  $M$  ist in der Entfernung  $D$  gleich  $M/D^2$ . Es sey  $D$  die mittlere Entfernung der Erde,  $V$  die mittlere Geschwindigkeit der Erde; so ist diese Kraft auch gleich  $V^2 D$  (man sehe La Lande's *Astronomie* III § 3539) folglich  $M/D^2 = V^2/D$  oder  $M = V^2 D$ . Dieß in die Gleichung für  $\rho$  in (12) substituirt gibt

$$\rho = \frac{a^2 R}{2(250)^2 V^2 D} = \frac{8}{(1000)^2} \left( \frac{a}{V} \right)^2 \left( \frac{R}{D} \right)$$

$$\frac{a}{V} = \frac{\text{Geschw. d. Lichts}}{\text{Geschw. d. Erde}} = \frac{1}{\text{tang } 20'' \frac{1}{4}} \text{ nach (10)}$$

$$\frac{R}{D} = \frac{\text{wahren Halbmesser } \odot}{\text{mittlern Entfernung } \odot}$$

$$= \text{tang. mittlern scheinbaren Halbmesser der } \odot.$$

folglich  $\rho = 8 \text{ tang } 16' 2'' / (1000 \text{ tang } 20'' \frac{1}{4})^2$  hieraus  $\rho$  beynahe 4, oder so groß, als die Dichte der Erde.

---

<sup>3</sup>in Secunden ausgedrückt.

$$a : V = \text{radius}^4 : 20'' \frac{1}{4} = 1 : \text{tang } 20'' \frac{1}{4}$$

**11)** In agreement with my assumption in *Expos. du Syst. du Monde* Part II P. 205 one has  $R' = 250R$ . Now the masses go as the volumes of the attractive bodies multiplied with the densities, and the volumes as the cubes of the radii, therefore the masses as the cubes of the radii multiplied with the densities. Let the density of the sun be = 1, that of the second body =  $\rho$  then  $M : 1 M = 1 R^3 : \rho R'^3 = i R^3 : \rho 250 R^3$  or  $i = 250^3 \rho$ .

**12)** On substitution of the values of  $i$  and  $R'$  into equation  $a^2 = 2iM/R'$ , one obtains  $a^2 = 2 (250)^3 \rho M / 250 R = 2 (250)^2 \rho M / R$  or  $\rho = a^2 R / 2 (250)^2 M$

**13)** To have  $\rho$ , one now only has to determine  $M$ . In the distance  $D$  the force of the sun equals  $M/D^2$ . Let  $D$  be the mean distance of the earth,  $V$  the mean velocity of the earth; then this force also equals is  $V^2 D$  (see also La Lande's *Astronomie* III § 3539) therefore  $M/D^2 = V^2/D$  or  $M = V^2 D$ . This being substituted into the equation for  $\rho$  in (12) gives

$$\rho = \frac{a^2 R}{2(250)^2 V^2 D} = \frac{8}{(1000)^2} \left( \frac{a}{V} \right)^2 \left( \frac{R}{D} \right)$$

$$\frac{a}{V} = \frac{\text{velocity of the light}}{\text{velocity of the earth}} = \frac{1}{\text{tang } 20'' \frac{1}{4}} \text{ nach (10)}$$

$$\frac{R}{D} = \frac{\text{true radius } \odot}{\text{mean distance } \odot}$$

$$= \text{tang. mean apparent radius der } \odot.$$

hence  $\rho = 8 \text{ tang } 16' 2'' / (1000 \text{ tang } 20'' \frac{1}{4})^2$  From this  $\rho$  nearly 4, or as large as the density of the earth.

(Translation anonymous, 2003)

---

<sup>4</sup>in seconds

## Peter Simon La Place and the Schwarzschild Black hole

One of the first proofs that there may be black holes in our universe is due to La Place. In his paper with the title "Proof of the theorem that a heavenly body can be such large that light cannot leak out from it" he uses Newtonian gravity theory to calculate the escape velocity of a star, and shows that it might be larger than that of light.

When reading his paper, one might be surprised to see that it is written in German and even more surprised that it was published in Weimar, in a journal with the title "Allgemeine Geographische Ephemeriden" (for the benefit of the readers who may not have access to this paper we gave it in full). Why in German, and why exactly in Weimar, the town famous due to Goethe and Schiller? And who else dealt there with "Schwerkraft" (gravity) - the German word La Place uses - in those days? Today, to get answers to this kind of questions, one is inclined to consult a database or the internet. But for this old stuff other sources have to be found.

The most famous source for German words and notions is Grimm's "Deutsches Wörterbuch". In this many-volume dictionary all German words found in the literature of the three centuries from Luther to Goethe have been collected, a task, the Grimm brothers could not finish themselves, it took them and their successors more than 100 years. If here we look up the word "Schwerkraft", we learn that the first ever to use this German word (instead of the Latin-based gravitation) was Friedrich von Schiller, in a poem called "The Fountain".

This leads us back to Weimar, and one may ask whether there is more what Schiller and La Place have in common than only the Schwerkraft - one coining the word, and the other using its physics - and the place where they worked and published. Here the German philosopher Kant enters. Using Kant's ideas, La Place developed a model of the origin of our planetary system, called the Kant-Laplace nebular hypothesis. And Kant had also a big influence on Schillers thinking, so big and enduring that Goethe and others were concerned that this influence might seriously damage Schiller's poetic abilities.

Putting all these pieces together one may wonder whether there are more papers by Schiller concerned with gravity.

## Der Taucher

1 „Wer wagt es, Rittersmann oder Knapp’,  
Zu tauchen in diesen Schlund?  
Einen goldnen Becher werf ich hinab,  
Verschlungen schon hat ihn der schwarze Mund.  
Wer mir den Becher kann wieder zeigen,  
Er mag ihn behalten, er ist sein eigen.”

2 Der König spricht es und wirft von der Höh’  
Der Klippe, die schroff und steil  
Hinaushängt in die unendliche See,  
Den Becher in der Charybde Geheul.  
„Wer ist der Beherzte, ich frage wieder,  
Zu tauchen in diese Tiefe nieder?”

3 Und die Ritter, die Knappen um ihn her  
Vernehmen’s und schweigen still,  
Sehen hinab in das wilde Meer,  
Und Keiner den Becher gewinnen will.  
Und der König zum dritten Mal wieder fraget:  
„Ist Keiner, der sich hinunter waget?”

4 Doch Alles noch stumm bleibt wie zuvor,  
Und ein Edelknecht, sanft und keck,  
Tritt aus der Knappen zagendem Chor,  
Und den Gürtel wirft er, den Mantel weg,  
Und alle die Männer umher und Frauen  
Auf den herrlichen Jüngling verwundert schauen.

5 Und wie er tritt an des Felsen Hang  
Und blickt in den Schlund hinab,  
Die Wasser, die sie hinunterschlang,  
Die Charybde jetzt brüllend wiedergab,  
Und wie mit des fernen Donners Getöse  
Entstürzen sie schäumend dem finstern Schoße.

6 Und es wallet und siedet und brauset und zischt,  
Wie wenn Wasser mit Feuer sich mengt,  
Bis zum Himmel spritzt der dampfende Gischt,  
Und Flut auf Flut sich ohn’ Ende drängt,  
Und will sich nimmer erschöpfen und leeren,  
Als wollte das Meer noch ein Meer gebären.

## The Diver

”What knight or what vassal will be so bold  
As to plunge in the gulf below?  
See! I hurl in its depths a goblet of gold,  
Already the waters over it flow.  
The man who can bring back the goblet tome,  
May keep it henceforward, - his own it shall be.”

Thus speaks the king, and he hurls from the height  
Of the cliffs that, rugged and steep,  
Hang over the boundless sea, with strong might,  
The goblet afar, in the bellowing deep.  
”And who’ll be so daring, - I ask it once more,  
As to plunge in these billows that wildly roar?”

And the vassals and knights of high degree  
Hear his words, but silent remain.  
They cast their eyes on the raging sea,  
And none will attempt the goblet to gain.  
And a third time the question is asked by the king:  
”Is there none that will dare in the gulf now to spring?”

Yet all as before in silence stand,  
When a page, with a modest pride,  
Steps out of the timorous squirely band,  
And his girdle and mantle soon throws aside,  
And all the knights, and the ladies too,  
The noble stripling with wonderment view.

And when he draws nigh to the rocky brow,  
And looks in the gulf so black,  
The waters that she had swallowed but now,  
The howling Charybdis is giving back;  
And, with the distant thunder’s dull sound  
From her gloomy womb they all-foaming rebound

And it boils and it roars, and it hisses and seethes.  
As when water and fire first blend;  
To the sky spurts the foam in steam-laden wreaths,  
And wave presses hard upon wave without end.  
And the ocean will never exhausted be,  
As if striving to bring forth another sea.

**7** Doch endlich, da legt sich die wilde Gewalt,  
Und schwarz aus dem weißen Schaum  
Klafft hinunter ein gähnender Spalt,  
Grundlos, als ging's in den Höllenraum,  
Und reißend sieht man die brandenden Wogen  
Hinab in den strudelnden Trichter gezogen.

**8** Jetzt schnell, eh' die Brandung wiederkehrt,  
Der Jüngling sich Gott befiehlt,  
Und - ein Schrei des Entsetzens wird rings gehört,  
Und schon hat ihn der Wirbel hinweggespült,  
Und geheimnisvoll über dem kühnen Schwimmer  
Schließt sich der Rachen, er zeigt sich nimmer.

**9** Und stille wird's über dem Wasserschlund,  
In der Tiefe nur brauset es hohl,  
Und bebend hört man von Mund zu Mund:  
„Hochherziger Jüngling, fahre wohl!“  
Und hohler und hohler hört man's heulen,  
Und es harrt noch mit bangem, mit schrecklichem Weilen.

**10** Und, würfst du die Krone selber hinein  
Und sprächst: Wer mir bringet die Kron',  
Er soll sie tragen und König seyn!  
Mich gelüstete nicht nach dem theuren Lohn.  
Was die heulende Tiefe da unter verhehle,  
Das erzählt keine lebende glückliche Seele.

**11** Wohl manches Fahrzeug, vom Strudel gefaßt,  
Schoßjäh in die Tiefe hinab,  
Doch zerschmettert nur rangen sich Kiel und Mast,  
Hervor aus dem Alles verschlingenden Grab -  
Und heller und heller, wie Sturmes Sausen,  
Hört man's näher und immer näher brausen.

**12** Und es wallet und siedet und brauset und zischt,  
Wie wenn Wasser mit Feuer sich mengt,  
Bis zum Himmel spritzt der dampfende Gischt,  
Und Well' auf Well' sich ohn' Ende drängt,  
Und wie mit des fernen Donners Getöse  
Entstürzt es brüllend dem finstern Schoße.

But at length the wild tumult seems pacified,  
And blackly amid the white swell  
A gaping chasm its jaws opens wide,  
As if leading down to the depths of hell:  
And the howling billows are seen by each eye  
Down the whirling funnel all madly to fly

Then quickly, before the breakers rebound,  
The stripling commends him to Heaven,  
And - a scream of horror is heard around, -  
And now by the whirlpool away he is driven,  
And secretly over the swimmer brave  
Close the jaws, and he vanishes 'neath the dark wave.

O'er the watery gulf dread silence now lies,  
But the deep sends up a dull yell,  
And from mouth to mouth thus trembling it flies:  
"Courageous stripling, oh, fare thee well!"  
And duller and duller the howls recommence,  
While they pause in anxious and fearful suspense.

"If even thy crown in the gulf thou shouldst fling,  
And shouldst say, 'He who brings it to me  
Shall wear it henceforward, and be the king,'  
Thou couldst tempt me not e'en with that precious fee;  
What under the howling deep is concealed  
To no happy living soul is revealed! "

Full many a ship, by the whirlpool held fast,  
Shoots straightway beneath the mad wave,  
And, dashed to pieces, the hull and the mast  
Emerge from the all-devouring gave. -  
And the roaring approaches still nearer and nearer,  
Like the howl of the tempest, still clearer and clearer.

And it boils and it roars, and it hisses and seethes,  
As when water and fire first blend;  
To the sky spurts the foam in steam-laden wreaths  
And wave passes hard upon wave without end,  
And, with the distant thunder's dull sound,?  
From the ocean-womb they all-bellowing bound.



13 Und sieh'! aus dem finster flutenden Schoß,  
Da hebet sich's schwanenweiß,  
Und ein Arm und ein glänzender Nacken wird bloß,  
Und es rudert mit Kraft und mit emsigem Fleiß,  
Und er ist's, und hoch in seiner Linken  
Schwingt er den Becher mit freudigem Winken.

14 Und athmete lang und athmete tief  
Und begrüßte das himmlische Licht.  
Mit Frohlocken es Einer dem Andern rief:  
„Er lebt! Er ist da! Es behielt ihn nicht!  
Aus dem Grab, aus der strudelnden Wasserhöhle  
Hat der Brave gerettet die lebende Seele.“

15 Und er kommt, es umringt ihn die jubelnde Schar,  
Zu des Königs Füßen er sinkt,  
Den Becher reicht er ihm kniend dar,  
Und der König der lieblichen Tochter winkt,  
Die füllt ihn mit funkelnem Wein bis zum Rande,  
Und der Jüngling sich also zum König wandte:

16 „Lange lebe der König! Es freue sich,  
Wer da atmet im rosigten Licht!  
Da unten aber ist's fürchterlich,  
Und der Mensch versuche die Götter nicht  
Und begehre nimmer und nimmer zu schauen,  
Was sie gnädig bedeckten mit Nacht und Grauen.“

17 „Es riß mich hinunter blitzesschnell,  
Da stürzt' mir aus felsigem Schacht  
Wildflutend entgegen ein reißender Quell;  
Mich packte des Doppelstroms wüthende Macht,  
Und, wie einen Kreisel, mit schwindendem Drehen  
Trieb mich's um, ich konnte nicht widerstehen.“

18 „Da zeigte mir Gott, zu dem ich rief,  
In der höchsten schrecklichen Noth,  
Aus der Tiefe ragend, ein Felsenriff,  
Das erfaßt' ich behend und entrann dem Tod.  
Und da hing auch der Becher an spitzen Korallen,  
Sonst wär er ins Bodenlose gefallen.“

And lo! from the darkly flowing tide  
Comes a vision white as a swan,  
And an arm and a glistening neck are descried,  
With might and with active zeal steering on;  
And 'tis he, and behold! his left hand on high  
Waves the goblet, while beaming with joy is his eye.

Then breathes he deeply, then breathes he long,  
And blesses the light of the day;  
While gladly exclaim to each other the throng:  
"He lives! he is here! he is not the sea's prey!  
From the tomb, from the eddying waters' control,  
The brave one has rescued his living soul!"

And he comes, and they joyously round him stand;  
At the feet of the monarch he falls, -  
The goblet he, kneeling, puts in his hand,  
And the king to his beauteous daughter calls,  
Who fills it with sparkling wine to the brim;  
The youth turns to the monarch, and speaks thus to him:

"Long life to the king! Let all those be glad  
Who breathe in the light of the sky!  
For below all is fearful, of moment sad;  
Let not man to tempt the immortals e'er try,  
Let him never desire the thing to see  
That with terror and night they veil graciously.

"I was torn below with the speed of light,  
When out of a cavern of rock  
Rushed towards me a spring with furious might;  
I was seized by the twofold torrent's wild shock,  
And like a top, with a whirl and a bound,  
Despite all resistance, was whirled around.

"Then God pointed out, - for to Him I cried  
In that terrible moment of need, -  
A craggy reef in the gulf's dark side;  
I seized it in haste, and from death was then freed.  
And there, on sharp corals, was hanging the cup, -  
The fathomless pit had else swallowed it up.

19 „Denn unter mir lag's noch bergetief,  
In purpurner Finsternißda,  
Und, ob's hier dem Ohre gleich ewig schlief,  
Das Auge mit Schauern hinuntersah,  
Wie's von Salamandern und Molchen und Drachen  
Sich regt' in dem furchtbaren Höllenrachen.”

20 „Schwarz wimmelten da, in grausem Gemisch,  
Zu scheuslichen Klumpen geballt,  
Der stachlige Roche, der Klippenfisch,  
Des Hammers gräuliche Ungestalt,  
Und dräuend wies mir die grimmigen Zähne  
Der entsetzliche Hay, des Meeres Hyäne.”

21 „Und da hing ich und war's mir mit Grausen be-  
wußt,  
Von der menschlichen Hülfe so weit,  
Unter Larven die einzige fühlende Brust,  
Allein in der gräßlichen Einsamkeit,  
Tief unter dem Schall der menschlichen Rede  
Bei den Ungeheuern der traurigen Oede.”

22 „Und schaudernd dacht ich's - da kroch's heran,  
Regte hundert Gelenke zugleich,  
Will schnappen nach mir; in des Schreckens Wahn  
Laßich los der Koralle umklammerten Zweig,  
Gleich faßt mich der Strudel mit rasendem Toben,  
Doch es war mir zum Heil, er rißmich nach Oben.”

23 Der König darob sich verwundert schier  
Und spricht: „Der Becher ist dein,  
Und diesen Ring noch bestimm' ich dir,  
Geschmückt mit dem köstlichsten Edelmetall,  
Versucht du's noch einmal und bringst mir Kunde,  
Was du sahst auf des Meeres tiefunterstem Grunde.”

24 Das hörte die Tochter mit weichem Gefühl,  
Und mit schmeichelndem Munde sie fleht:  
„Laßt, Vater, genug seyn das grausame Spiel!  
Er hat Euch bestanden, was Keiner besteht,  
Und, könnt Ihr des Herzens Gelüste nicht zähmen,  
So mögen die Ritter den Knappen beschämen.”

”For under me lay it, still mountain-deep,  
In a darkness of purple-tinged dye,  
And though to the ear all might seem then asleep  
With shuddering awe 'twas seen by the eye  
How the salamanders' and dragons' dread forms  
Filled those terrible jaws of hell with their swarms.

”There crowded, in union fearful and black,  
In a horrible mass entwined,  
The rock-fish, the ray with the thorny back,  
And the hammer-fish's misshapen kind,  
And the shark, the hyena dread of the sea,  
With his angry teeth, grinned fiercely on me.

”There hung I, by fulness of terror possessed,  
Where all human aid was unknown,  
Amongst phantoms, the only sensitive breast,  
In that fearful solitude all alone,  
Where the voice of mankind could not reach to mine  
ear, '  
Mid the monsters foul of that wilderness drear.

”Thus shuddering methought - when a something  
crawled near,  
And a hundred limbs it out-flung,  
And at me it snapped; - in my mortal fear,  
I left hold of the coral to which I had clung;  
Then the whirlpool seized on me with maddened roar,  
Yet 'twas well, for it brought me to light once more.”

The story in wonderment hears the king,  
And he says, "The cup is thine own,  
And I purpose also to give thee this ring,  
Adorned with a costly , a priceless stone,  
If thou'lt try once again, and bring word to  
me What thou saw'st in the nethermost depths of sea.”

His daughter hears this with emotions soft,  
And with flattering accent prays she: "  
That fearful sport, father, attempt not too oft!  
What none other would dare, he hath ventured for thee;  
If thy heart's wild longings thou canst not tame,  
Let the knights, if they can, put the squire to shame.”

**25** Drauf der König greift nach dem Becher schnell,  
In den Strudel ihn schleudert hinein:  
„Und schaffst du den Becher mir wieder zur Stell’,  
So sollst du der trefflichste Ritter mir sein  
Und sollst sie als Ehgemahl heut’ noch umarmen,  
Die jetzt für dich bittet mit zartem Erbarmen.”

**26** Da ergreift’s ihm die Seele mit Himmelsgewalt,  
Und es blitzt aus den Augen ihm kühn,  
Und er siehet erröthen die schöne Gestalt  
Und sieht sie erbleichen und sinken hin -  
Da treibt’s ihn, den köstlichen Preis zu erwerben,  
Und stürzt hinunter auf Leben und Sterben.

**27** Wohl hört man die Brandung, wohl kehrt sie zurück,  
Sie verkündigt der donnernde Schall,  
Da bückt sich’s hinunter mit liebendem Blick -  
Es kommen, es kommen die Wasser all,  
Sie rauschen herauf, sie rauschen nieder -  
Den Jüngling bringt keines wieder.

(1797)

The king then seizes the goblet in haste,  
In the gulf he hurls it with might:  
"When the goblet once more in my hands thou hast  
placed,  
Thou shalt rank at my court as the noblest knight,  
And her as a bride thou shalt clasp e'en today  
Who for thee with tender compassion cloth pray."

Then a force, as from Heaven, descends on him there,  
And lightning gleams in his eye,  
And blushes he sees on her features so fair,  
And he sees her turn pale, and swooning lie;  
Then eager the precious guerdon to win,  
For life or for death, lo! he plunges him in!

The breakers they hear, and the breakers return,  
Proclaimed by a thundering sound;  
They bend o'er the gulf with glances that yearn  
And the waters are pouring in fast around;  
Though upwards and downwards they rush and they  
rave,  
The youth is brought back by no kindly wave.

(Translation anonymous, 1902)

## What Johann Christoph Friedrich von Schiller has to say

When searching Schiller's collected works for contributions to gravity, one of course has to take into account that Schiller was a poet, not a scientist. He will wrap up everything by a story on love, young and pretty girls and brave boys, and instead of dealing with the depth, force and loneliness of space, he will describe those of the sea or the human soul. Keeping that in mind when searching Schiller's collected papers (fortunately the poems usually are in the first volume of such collections) we quite easily find what we are looking for : it is his famous poem "The Diver". It describes in some detail, and rather beautifully, the encounter of men with a rotating black hole.

Once said, all pieces fit together, and we shall not bore the reader by explaining everything lengthy and in much detail. Rather we shall give some hints, and ask the reader to enjoy the full text of this poem. (Numbers refer to the relevant verses, and sometimes we refer to the original German wording when the translation does not reflect the meaning correctly.)

The opening is blunt and direct: The king looks over the infinite space (the boundless sea), sees the black hole (**1**, the "Schwarze Schlund" = the black gorge) and sets the task of exploring it and recovering energy (gold). It is a rotating black hole (**7**, whirling funnel), which also ejects matter, but mainly swallows it via its accretion disc (**5**, **11**). The page sets out to explore the black hole, and happily returns. He tells that he was forced to corotate **17** (not with "the speed of light" - this a poetic translation of "blitzesschnell" = as fast as lightning, so don't blame Schiller for that!), but luckily enough the page found that he could retrieve energy (the goblet) and was able to return: he had passed the surface of stationarity and been in the ergosphere. He also became aware of the cosmic censorship (**15**, "... what the immortals veil graciously ..."). But the king wants to know what is behind the horizon; as politicians are, he does not listen to reasoning and sends the page a second time - right into the black hole and the death.

All this is a surprisingly exact description of a Kerr Black Hole, with a detailed poetic picture of all the debris in the accretion disc.

## PS

Let us end with the remark that certainly this early blossoming of gravity research had a strong influence on Jena, the town situated so near to Weimar and also home to Schiller before he went to Weimar, and made the people there susceptible for the ideas of gravitation until our days.

\*

It has already been observed by psychoanalysts that the emotional story of the diver and the terrors of the sea which frighten men is deeply anchored in what mankind loves and fears - this of course is also true for the black holes and may explain the attraction they find by the general public.

\*